

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-227016

(43)Date of publication of application : 11.09.1989

(51)Int.Cl.

G01F 1/68

(21)Application number : 63-053218

(71)Applicant : HITACHI METALS LTD

(22)Date of filing : 07.03.1988

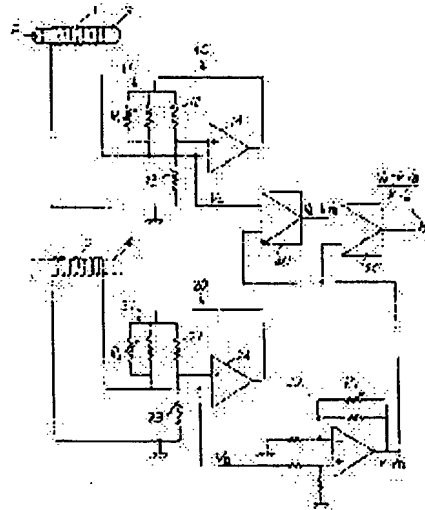
(72)Inventor : TANAKA MAKOTO

(54) MASS FLOWMETER

(57)Abstract:

PURPOSE: To enable the wide-range and linear detection of a flow rate inside a pipe of a small diameter in particular, by controlling the temperatures of two resistance elements to make constant and by determining a specific relational value between the voltages of the two resistances obtained when a fluid is let to flow.

CONSTITUTION: A first resistance element 1 is wound round on a conduit 3 through which a fluid F flows, while a second resistance element 2 is installed independently in the vicinity of the element 1, and the elements are kept at a fixed temperature by a constant-temperature control circuits 10 and 20. A voltage V_B of the second resistance element obtained when the fluid F is let to flow is multiplied by a constant K by a constant-multiplication circuit 30 to calculate KVB . Subsequently KVB is subtracted from the potential V_A of the first resistance element by a subtraction circuit 40 to determine $V_A - KVB$. This value is divided by a division circuit 50 to calculate a specific relational value $(V_A - KVB)/KVB$. This value is proportional to a flow rate Q , and when it is subjected beforehand to prescribed calibration, accordingly, the flow rate Q can be detected lineally in a wide range.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑫ 公開特許公報(A)

平1-227016

⑬ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成1年(1989)9月11日

G 01 F 1/68

7187-2F

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 質量流量計

⑯ 特 願 昭63-53218

⑰ 出 願 昭63(1988)3月7日

⑱ 発 明 者 田 中 誠 三重県桑名市大福2番地 日立金属株式会社桑名工場内

⑲ 出 願 人 日立金属株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目1番2号

⑳ 代 理 人 弁理士 猪熊 克彦

明 細 書

1 発明の名称 質量流量計

2 特許請求の範囲

流体が流れる導管に温度に応じて電気抵抗が変化する第1の抵抗体を巻回し、該第1の抵抗体とは独立にかつ近傍に温度に応じて電気抵抗が変化するコイル状の第2の抵抗体を設け、前記両抵抗体のそれぞれについて設けた定温度制御回路によって両抵抗体を同一かつ一定温度に保ち、 $(V_A - kV_B)/kV_B$ (ただし V_A, V_B はそれぞれ第1及び第2の抵抗体に印加される電圧、 k は定数であって流量が零のときの V_A/V_B である) を計数し、この値に基づいて前記導管内の流体の質量流量を計測する流量計。

3 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

この発明は、導管内を流れる流体の質量流量を計測するための流量計に関し、特に管径の小さな導管内を流れる気体の質量流量を計測するための流量計に関するものである。

〔従来の技術〕

上記流量計に関する従来技術としては、特開昭62-132120号公報に開示されたものがあり、これは流体が流れる導管に温度に応じて電気抵抗が変化する2個の同一の抵抗体を相接して巻回し、両抵抗体のそれぞれについて設けた定温度制御回路によって両抵抗体を同一かつ一定温度に保ち、 $(P_A - P_B)/(P_A + P_B)$ (ただし P_A, P_B はそれぞれ第1及び第2の抵抗体に与えられるエネルギーである) を計数し、この値に基づいて導管内の流体の質量流量を計測する流量計である。

〔発明が解決しようとする課題〕

上記従来の流量計では、流量が0の状態では両抵抗体の平均温度 T と外気温度 T_0 との差 $\Delta T = T - T_0$ が増加すると、放熱によって両抵抗体の熱が奪われて温度が低下するが、両定温度制御回路がこれを補償するために、第1の抵抗体に与えられるエネルギー P_A と第2の抵抗体に与えられるエネルギー P_B とはともに増加し、 A を比例定数として $P_A = P_B = A \cdot \Delta T$ の関係となる。

(2)

しかる後流体を流すと、流体の質量流量 Q が増加するのに従って、上流側にある第1の抵抗体の流入端の流体温度は低下し、流入端の抵抗体温度も低下するが、第1の定温度制御回路は第1の抵抗体の平均温度 T を一定に保つから、第1の抵抗体に与えられるエネルギー P_A は増加して、 a を比例定数として $P_A = (A + aQ)\Delta T$ となると同時に、流出端の抵抗体温度は上昇する。

他方、温度上昇した第1の抵抗体の流出端からの伝熱によって、下流側にある第2の抵抗体の流入端の抵抗体温度は上昇し、第2の定温度制御回路は第2の抵抗体の平均温度 T を一定に保つから、第2の抵抗体に与えられるエネルギー P_B は減少して、 b を比例定数として $P_B = (A - bQ)\Delta T$ となり、

$$\frac{P_A - P_B}{P_A + P_B} = \frac{(a + b)Q}{2A + (a - b)Q}$$

となる。

ここで P_A はいくらでも増大し得るのに対して、 P_B は0以下にはなり得ないから、流量 Q が増加するにつれて $P_B = (A - bQ)\Delta T$ の成立性が崩れ、広

応じて電気抵抗が変化する第1の抵抗体を巻回し、該第1の抵抗体とは独立にかつ近傍に温度に応じて電気抵抗が変化するコイル状の第2の抵抗体を設け、前記両抵抗体のそれぞれについて設けた定温度制御回路によって両抵抗体を同一かつ一定温度に保ち、 $(V_A - kV_B)/kV_B$ （ただし V_A, V_B はそれぞれ第1及び第2の抵抗体に印加される電圧、 k は定数であって流量が零のときの V_A/V_B である）を計数し、この値に基づいて前記導管内の流体の質量流量を計測する流量計である。

〔作用〕

第2の抵抗体に与えられるエネルギー P_B は放熱による分だけであるから、 B を比例定数として $P_B = B \cdot \Delta T$ であるが、第1の抵抗体に与えられるエネルギー P_A は流体を加熱する分が加わるから、 $P_A = (A + aQ)\Delta T$ となる。ただし流体の温度は外気温度 T_0 に等しいと仮定して、 a は流体の比熱である。また第1の抵抗体と第2の抵抗体とが同一のときには、 $B = A$ である。

次に第1及び第2の抵抗体の電気抵抗をそれぞれ

範囲の流量に互ってこの流量計を利用することが困難であった。また $a = b$ であれば

$$\frac{P_A - P_B}{P_A + P_B} = \frac{a}{A} Q$$

となるから、 $(P_A - P_B)/(P_A + P_B)$ は流量 Q に比例するが、流量の増加に伴う第1の抵抗体に与えられるエネルギー P_A の増加量と、第2の抵抗体に与えられるエネルギー P_B の減少量とは同一ではなく、 $a = b$ は成立しないから、上記比例関係は成立しないという問題点があった。

〔課題を解決するための手段〕

本発明は上記課題を解決するために、第2の抵抗体をレファレンス側として、導管に巻回することなく第1の抵抗体とは別個に配置し、これを利用して第1の抵抗体に与えられるエネルギーのうち放熱による分を除外しかつ外気温度の変動によるエネルギーの増減を補正する回路を設けて、広範囲の流量に互って線形に流量を測定できるようにしたものである。

すなわち本発明は、流体が流れる導管に温度に

れ R_A, R_B とすれば、

$$\begin{aligned} V_A &= (R_A P_A)^{1/2} \\ &= (R_A \Delta T \cdot (A + aQ))^{1/2} \\ V_B &= (R_B P_B)^{1/2} \\ &= (R_B \Delta T \cdot B)^{1/2} \end{aligned}$$

である。また k は $Q = 0$ のときの V_A/V_B であるから、 $k = (R_A A/R_B B)^{1/2}$ であり、かつ両抵抗体は定温度制御しているから、 R_A と R_B とは一定である。

ここで P_A のうち放熱による分は、流体を昇温させる分よりも格段に大きいから $A \gg aQ$ 、すなわち $aQ/A \ll 1$ であり、

$$\begin{aligned} V_A &= (R_A \Delta T \cdot A)^{1/2} \cdot (1 + aQ/A)^{1/2} \\ &= (R_A \Delta T \cdot A)^{1/2} \cdot \left[1 + \frac{1}{2} \frac{aQ}{A} - \frac{1}{8} \left(\frac{aQ}{A} \right)^2 + \dots \right] \end{aligned}$$

の第3項以下を省略して、

$$V_A = (R_A \Delta T \cdot A)^{1/2} \left(1 + \frac{aQ}{2A} \right)$$

となるから、

$$\frac{V_A - kV_B}{kV_B} = \frac{a}{2A} Q$$

となって、 $(V_A - kV_B)/kV_B$ は流量 Q に比例し、かつ流量が大きいときにこの関係を阻害する要因はない。すなわち広範囲の流量に亘ってこの流量計を利用することができる。

〔実施例〕

本発明による流量計の一実施例を添付の図面によって説明する。図は同実施例を示す回路図である。図において3は導管であって、該導管3内には流体Fが矢印方向に流れる。1は導管3の外周に巻回した第1の抵抗体であって、該第1の抵抗体1は、鉄ニッケル合金などの温度係数の大きな材質よりなる。

2は、上記第1の抵抗体1とは独立に設けた温度係数の大きなコイル状の第2の抵抗体であり、該第2の抵抗体2は、外気温度や外気の風速などの雰囲気条件がほぼ第1の抵抗体1と同じになるように、第1の抵抗体1の近傍に配置されている。第2の抵抗体2は、巻線数や線の太さや材質までも第1の抵抗体1と同一にする必要はなく、また導管3と同一又は異なる材質の管又は丸棒に

り、外気温度 T_0 が低下するか、または導管3内に流体Fが流れると、第1の抵抗体1の温度が低下してその電気抵抗も減少するが、差動増幅器14への入力バランスが崩れて抵抗回路11と抵抗12との接続点の電位が上昇し、第1の抵抗体1と抵抗回路11との接続点の電位 V_A も上昇して該抵抗体の発熱量が増加し、該抵抗体の温度は上昇してその電気抵抗も増加し、こうして第1の抵抗体1の流入端から流出端に亘る平均の温度 T は一定に保たれ、したがって第1の抵抗体1の全体の電気抵抗 R_A も一定に保たれる。

第2の抵抗体2のための定温度制御回路20の構成と作用も上記と同様であり、両定温度制御回路10、20によって両抵抗体1、2の平均温度が同一の温度 T 、例えば 110°C になるように予め抵抗回路11、12の可変抵抗 R_1 、 R_2 を定めておくことにより、両抵抗体1、2は同一かつ一定温度 T に保たれる。

次に30は定倍回路であって、第2の抵抗体2と抵抗回路21との接続点の電位 V_B が該定倍回路30に入力され、可変抵抗 R_k を調節することによって k

(3) 巻回してもよいし、コイルのみとして用いてもよいが、雰囲気条件をなるべく第1の抵抗体1と同じにするために、第1の抵抗体1と同一のものを使用して、導管3と同一の管4に巻回するのが望ましい。ただしこのときでも管4に流体Fを流すわけではない。

10及び20は、それぞれ上記第1及び第2の抵抗体1、2のための定温度制御回路であり、両者は同様に構成されているから、第1の抵抗体1のための定温度制御回路10についてだけ説明する。すなわち第1の抵抗体1の一端は接地されており、他端は可変抵抗 R_1 を含む抵抗回路11に接続されており、該抵抗回路11の他端は抵抗12に接続されており、該抵抗12の他端は抵抗13に接続されており、該抵抗13の他端は接地されている。第1の抵抗体1と抵抗回路11との接続点と、抵抗12と抵抗13との接続点とは、差動増幅器14に入力されて、該差動増幅器14の出力は抵抗回路11と抵抗12との接続点に接続されている。

定温度制御回路10は以上のように構成されてお

倍された電位 kV_B が出力される。40は減算回路であって、第1の抵抗体1と抵抗回路11との接続点の電位 V_A と、上記定倍回路の出力 kV_B との差 $V_A - kV_B$ が出力される。50は除算回路であって、上記減算回路の出力 $V_A - kV_B$ を前記定倍回路の出力 kV_B で除した値 $(V_A - kV_B)/kV_B$ が出力される。前記定倍回路30の可変抵抗 R_k は、流体Fの流量 Q が0のときに、除算回路50の出力が0となるように調整される。なお両抵抗体1、2が全く同一であれば $k=1$ であるから、定倍回路30を削除した構成とすることも可能ではあるが、両抵抗体を同一のものとすることは困難であるから、図のように定倍回路30を設けることが好ましい。

本実施例は以上の構成と作用とを有し、除算回路50の出力 $(V_A - kV_B)/kV_B$ は広範囲の流量 Q に亘って Q に比例するものであるから、該出力 $(V_A - kV_B)/kV_B$ を予め流量 Q に対して校正しておくことにより、導管3内を流れる流体Fの流量計として使用することができる。

なお $V_A - kV_B$ を V_B で除した $(V_A - kV_B)/V_B$ も当

然に流量Qに比例するものであるから、減算回路の出力 $V_A - kV_B$ と定倍回路30の入力 V_B とを、除算回路50への入力とすることもできる。

また k' を $Q = 0$ のときの P_A/P_B 、すなわち $k' = A/B$ とすれば、

$$\frac{P_A - k' P_B}{k' P_B} = \frac{a}{A} Q$$

となる。すなわち $(P_A - k' P_B)/k' P_B$ 、ないしは $(P_A - k' P_B)/P_B$ は流量Qに比例するから、第1及び第2の抵抗体に与えられるエネルギー P_A, P_B を計測する回路を設けた後に、上記と同様に定倍回路と減算回路と除算回路とを設けることにより、流量計として使用することもできる。

更に本実施例は両抵抗体1,2を自己発熱型のもので使用しているが、温度を検出する抵抗体とは別にヒーターを設けた傍熱型のものですることもできる。

[発明の効果]

本発明にかかる質量流量計によって、第1の抵抗体と第2の抵抗体との間に巻線の長さや太さや

材質などの相違があっても、また流体を流す導管と第2の抵抗体を巻回した管との間に太さや厚みなどのバラツキがあっても、導管内を流れる流体の質量流量は、広範囲の流量に亘って線形に検出することができる。

4 図面の簡単な説明

図は本発明にかかる質量流量計の一実施例を示す回路図である。

- | | |
|------------------|------------|
| 1 … 第1の抵抗体 | 2 … 第2の抵抗体 |
| 3 … 導管 | F … 流体 |
| 10, 20 … 定温度制御回路 | 30 … 定倍回路 |
| 40 … 減算回路 | 50 … 除算回路 |

代理人 弁理士 猪 熊 克 彦

図 面

